

SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Projektisuunnittelu

Joni Kitala

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Kitala, Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 5.12.2014
	Sivumäärä 54	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Matilainen, Jorma, yliopettaja Siistonen, Matti, lehtori		
Toimeksiantaja(t) Kousa, Janne, Raute Oyj		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata suunnitteluprosessin nykytilanne Raute Oyj:ssä. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia yritykselle mahdollisimman tarkka kuvaus suunnitteluprosessista ja etsiä mahdollisia kehittämiskohteita. Työn toimeksiantaja on teknologia- ja palveluyritys, joka palvelee puutuotetoimialaa maailmanlaajuisesti. Tärkeimmät asiakasyritykset toimivat puuteollisuudessa ja valmistavat puusta viilua, vaneria ja viilupalkkia. Opinnäytetyö tehtiin osana isompaa hanketta, jossa Raute Oyj oli mukana. Hankkeen painopistealueena oli valmistusteknologia.</p> <p>Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa käsiteltiin nykytilan kuvausta, jossa etsittiin vastaus kysymykseen miten suunnitteluprosessi etenee tällä hetkellä? Samalla kerättiin mahdollisimman paljon mekaniikkasuunnittelijalle työssään vastaantulevia muistinvaraisia tehtäviä ja annettiin tarkkakuvaus nykytilasta. Nykytilan kuvauksessa käytiin läpi mekaniikkasuunnittelijan työtehtäviä, käytössä olevia ohjelmia ja järjestelmiä.</p> <p>Opinnäytetyön toisessa osassa käsiteltiin suunnitteluprosessin kehittämistä nykytilan kuvauksen pohjalta käyttäen apuna systemaattisia menetelmiä. Tärkeimmät kehityskohteet olivat; nimikkeiden hallinta, tuotekehitys ja muistinvaraiset tehtävät. Toisessa osassa esitettiin vaihtoehtoisia menetelmiä ja toimintatapoja näiden toimintojen toteuttamiseen. Suunnitteluprosessia kehitettiin selkeämpään ja hallittavampaan suuntaan.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Mekaniikkasuunnittelu, kehittäminen, tuotekehitys, suunnitteluprosessi		
Muut tiedot		



Author(s) Kitala, Joni	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 5.12.2014
	Pages 54	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title Design Process Development		
Degree Programme Degree Programme in Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) Matilainen, Jorma, principal lecturer Siistonen, Matti, senior lecturer		
Assigned by Kousa, Janne, Raute Oyj		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to describe the present situation of design process in Raute Oyj. The aim of this study was to prepare a description of the design process and the aim was also to find development targets in the design process. The assignor of this study was Raute Oyj. Raute is a technology and service company that operates worldwide in the wood products industry. Their most important customers operate in the wood products industry manufacturing plywood, veneer and LVL (Laminated Veneer Lumber). This study was made as a part of a bigger project which Raute was operating in. The main focus in the project was in manufacturing technology.</p> <p>The first part of this study dealt with the description of the present situation in the design process development where it was the intention to find the answer to the question; how does the current design process run? At the same time as much information as possible on the memory-based tasks that a design engineer needs at work was collected. Additionally as exact a description as possible about the present situation was given. The description of the present situation dealt with the tasks of a design engineer as well as the used programs and systems.</p> <p>The second part of this study dealt with the development of the design process based on the present situation by using a systematic method. The most important development tasks were title management, product development and memory-based tasks. The second part presented alternative methods and the mode of the operation to execute these functions. The design process was developed in a more clear and manageable way.</p>		
Keywords Design engineering, development, product development, design process		
Miscellaneous		

Sisältö

1	JOHDANTO	3
1.1	Future digital manufacturing technologies and systems	4
1.2	Tutkimusmenetelmät ja rajaukset.....	5
2	YRITYSESITTELY.....	6
2.1	Liikeidea ja tuotteet.....	7
2.2	Konsernin rakenne.....	8
3	PROJEKTILIIKETOIMINTA	9
4	SUUNNITTELUPROSESSIN NYKYTILAN KUVAUS	11
4.1	Toimitusprojektin vaiheet	11
4.2	Suunnitteluprosessissa käytettävät ohjelmistot ja järjestelmät	14
4.3	Mekaniikkasuunnittelun vaiheet toimitusprojektissa	16
4.4	Mekaniikkasuunnittelijan tehtävät.....	19
4.5	Lähtötietojen määrittäminen	21
4.6	3D-Mallintaminen.....	24
4.7	Työpiirustuksien tuottaminen	29
4.8	Suunnittelutyön julkaiseminen.....	31
4.9	Suunnittelutyön päättäminen ja seuranta	34
5	SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN	35
5.1	Nimikkeiden hallinta.....	35
5.2	Tuotekehitys (Product development)	37
5.3	Tuotekehityksen jaksottaminen	39
5.4	Stage-Gate –tuotekehitysmalli	41
5.5	Muistinvaraiset tehtävät	44
6	YHTEENVETO JA POHDINTA	46
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET	50
	Liite 1. Suunnittelun todentaminen	50

KUVIO 1. Rauten historia.....	6
KUVIO 2. Raute Oyj:n yksiköt maailmalla.....	8
KUVIO 3. Toimitusprojektin vaiheet.....	11
KUVIO 4. Windchill ohjelmiston toimintaperiaate.....	15
KUVIO 5. Mekaniikkasuunnittelun vaiheet toimitusprojektissa	17
KUVIO 6. Mekaniikkasuunnittelijan tehtävät.....	19
KUVIO 7. Lähtötietojen määrittäminen	21
KUVIO 8. 3D-mallintaminen	24
KUVIO 9. Windchill työtila.	25
KUVIO 10. Toiminnan ohjausjärjestelmän nimikkeitä	27
KUVIO 11. Temposonic anturi	28
KUVIO 12. Työpiirustuksien tuottaminen	29
KUVIO 13. Osaluetteloiden tuonti toiminnanohjausjärjestelmään	32
KUVIO 14. Toiminnanohjausjärjestelmän muistio	33
KUVIO 15. Integroitu järjestelmä.	36
KUVIO 16. Tuote roadmap	39
KUVIO 17. Stage- Gate – tuotekehitysmalli	41
KUVIO 18. Vaihtoehtoiset mallit	43

1 JOHDANTO

Suunnitteluprosessin tehokkaaseen ja virheettömämpään läpimenoon keskitytään nykypäivänä koko ajan enemmän. Suunnitteluprosessissa pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon valmiita 3D-malleja ja virheiden taso pyritään minimoimaan. Suunnittelun apuna käytettävät ohjelmistot kehittyvät kovaa vauhtia ja yrityksiltä vaaditaan jatkuvaa suunnitteluprosessin kehittämistä. Suunnitteluprosessin parempi hallittavuus ja jouhevampi läpimeno vaikuttavat suoraan yrityksen vuotuisiin kustannuksiin, joten pienilläkin parannuksilla voidaan saada kohtalaisen suuria säästöjä vuositasolla.

Opinnäytetyön aihe on suunnitteluprosessin kehittäminen projektisuunnittelussa ja opinnäytetyö on laadittu Raute Oyj:lle. Opinnäytetyön alkuosa käsittelee suunnitteluprosessin nykytilaa, jonka pohjalta suunnitteluprosessia kehitetään systemaattisia menetelmiä apuna käyttäen. Nykytilan kuvauksessa esitellään suunnittelijalle työsäännön vastaan tulevia haasteita ja ongelmia. Opinnäytetyössä tuodaan esille myös suunnittelijan muistinvaraisia tehtäviä.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia Raute Oyj:lle mahdollisimman tarkka kuvaus suunnitteluprosessista kaikkine monimuotoisuuksineen. Tavoitteena on löytää mahdollisia parannuskohteita, joiden avulla suunnittelutyö on jouhevampaa ja virheiden lukumäärää saadaan vähennettyä. Opinnäytetyössä etsitään vastauksia kysymyksiin: Miten suunnitteluprosessi etenee tällä hetkellä? Mistä suunnittelija lähtee liikkeelle? Mitkä ovat suunnittelijan muistinvaraiset tehtävät? Miten suunnitteluprosessia voidaan kehittää?

1.1 Future digital manufacturing technologies and systems

Opinnäytetyö tehdään osana isompaa hanketta, jossa Raute Oyj on mukana. MANU on uusi FIMECC:n (Finnish Metals and Engineering Competence Cluster) ohjelma, jonka painopistealueena on valmistusteknologia. Ohjelman tarkoituksena on luoda alan osaamista digitalisoinnissa ja sen käytössä teollisuuden parissa. (Syrjälä 2012.)

Tärkeimpiä tavoitteita hankkeessa on analysoida, suunnitella ja kehittää ohjaustyökaluja sekä prosesseja tehokkaampaan tuotetiedon hallintaan projektiliiketoimintaan pohjautuvissa yrityksissä. Hankkeen teollisuusyrityksiä yhdistää motivaatio ja halu kehittää nykyisiä prosesseja ja työkaluja. Tutkimuslaitoksilla on tässä projektissa vahva rooli tuotteen elinkaaren hallinnan analysoinnissa ja kehittämisessä. Tutkimuslaitokset pyrkivät mahdollistamaan ja luomaan uusia menetelmiä sekä kehittämään ja tutkimaan tuotetietoa ja tiedonhallintaa. Tähän sisältyy kehittyneitä menetelmiä, kuten järjestelmän dynamiikka, suunnittelumuutosten hallinta sekä uudet teknologiat, kuten virtuaalinen suunnittelu.

Opinnäytetyö liittyy osaltaan hankkeen ensimmäiseen teemaan, jossa kerätään tietoa hankkeen toteuttamista varten. Tuotteeseen liittyvä tieto on yleensä luotu erilaisilla suunnittelujärjestelmillä ilman erillisiä tuotteiden elinkaaritietoja. Tämä johtaa usein tiedon pirstoutumiseen ja tekee tietojen integroinnista hyvin haastavaa, koska sillä on haitallisia vaikutuksia tietojen jakamiseen ja hyödyntämiseen sekä tehokkaaseen muutoksien johtamiseen. Hankkeen on tarkoitus esitellä ratkaisuja hajanaisten tuotteiden integrointiin ja elinkaaritietojen hallintaan.

Toinen tärkeä teema tässä hankkeessa on jakaminen, hyödyntäminen ja tuotetuntemuksen muuttaminen globaaleissa verkostoissa ulkoisiin ja sisäisiin toimijoihin. Kuivattu tuotteiden tuntemus on edellytys tehokkaalle suunnittelulle ja valmistukselle. Tietojen käytön koko potentiaali ei pääse kovinkaan usein vahvuuksiinsa kokoonpanossa, huollossa tai jälkimyyntissä (etenkin projektiliiketoiminnassa). Tämä johtuu usein organisaation ja järjestelmän hajanaisuudesta yhtiössä, mikä vaikeuttaa tehokaiden työkalujen käyttöä päätöksenteon tukena. Nykyaikaisten välineiden ja mene-

telmien pilotointi projektipohjaisessa liiketoimintaympäristössä muodostaa toiminnalle selkärangan. (Paukku 2013).

Hankkeeseen osallistuvat tahot

- ATR Soft Oy
- Cargotec
- Eurostep
- Metso Minerals
- Raute Oyj
- STX Finland Cabins Oy
- Variantum
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Tampereen teknillinen yliopisto
- Teknologian tutkimuskeskus VTT
- Turun ammattikorkeakoulu

1.2 Tutkimusmenetelmät ja rajaukset

Tutkimusmenetelmänä tässä opinnäytetyössä käytetään toimintatutkimusta, joka on pääosin laadulliseen tutkimuksen suuntaus. Tällä pyritään kehittämään kohteena olevaa organisaatiota sen toimintatapoihin vaikuttamisen kautta. Ensimmäisessä vaiheessa keskitytään suunnitteluprosessin nykytilan analysointiin ja kuvauksen tekemiseen. Analysoinnin pohjana käytetään pääsääntöisesti yrityksen sisäistä materiaalia. Nykytilankuvauksen pohjana toimii myös projektisuunnittelu tehtävät, joita opinnäytetyön rinnalla tehdään. Projektisuunnittelun tekeminen samanaikaisesti antaa konkreettista näkemystä todellisista ongelmista. Nykytilan kuvauksesta on rajattu pois seuraavat osiot: tarjoussuunnittelu, tiedonhallinta, automaattisuunnittelu, sähkösuunnittelu ja tuotannonsuunnittelu. Edellä mainittuja osioita sivutaan vain jos sen nähdään auttavan kokonaisuuden hahmottamisessa. Toisessa osiossa etsitään kehittämiskohteita ja esitetään vaihtoehtoisia toimintatapoja systemaattisia menetelmiä apuna käyttäen.

2 YRITYSESITTELY

Raute Oyj on 1908 perustettu perheyritys, joka valmisti perustamisvaiheen jälkeen sisävesilaivoja, höyrykattiloita, huonekaluja ja vaakoja. Sotavuosien jälkeen Raute Oyj valmisti sotakorvaustuotteita ja laitteita Neuvostoliitolle vuoteen 1952 saakka. Sotakorvaustuotteiden valmistamisella oli suuri merkitys Rauten kehitykseen, koska yritys loi hyvät suhteet Neuvostoliittoon ja sai edellytyksiä muuhunkin vientiin. (Metalliteollisuus sotien jälkeen 2014). Kuviossa yksi on esitetty Rauten vaiheita matkalla nykypäivään.



KUVIO 1. Rauten historia (Rauten historia 2008.)

2.1 Liikeidea ja tuotteet

Raute Oyj on teknologia- ja palveluyritys, joka palvelee puutuotetoimialaa maailmanlaajuisesti. Tärkeimmät asiakasyritykset toimivat puuteollisuudessa ja valmistavat puusta viilua, vaneria ja viilupalkkia. Yritys on markkinajohtaja maailman vaneriteollisuudessa 15–20 prosentin markkinaosuudella, joka on samalla suurin asiakasteollisuudenala. Maailmanlaajuisesti viilupalkin tuotannosta Raute Oyj:n toimittamilla koneilla ja laitteilla valmistetaan noin puolet.

Puutuotetoimialan yritysten vuosittaisten tuotantoteknologian investointien on arvioitu olevan noin 500–550 miljoonaa euroa normaalin suhdannetilanteen aikana. Uusiutuvien raaka-aineiden suosiminen kasvattaa puuteollisuutta ja globaalin puuteollisuuden markkinoiden koko on noin 150 miljardia euroa.

Raute Oyj:n teknologia kattaa kokonaisien tehtaiden toimitukset vaneri- ja viilupalkkiteollisuudelle. Toimitukset kattavat kaiken tuotantoprosessin raaka-aineen käsittelystä aina lopputuotteen viimeistelyyn ja pakkaukseen asti. (Tietoa-rautesta 2014.)

Raute Oyj:n tuotteet ja palvelut

Projektitoimitukset

- Kokonaiset tehtaات, tuotantolinjat ja yksittäiset koneet
- Automaatio, konenäkösovellukset ja mittausteknologia

Teknologiapalvelut

- Kunnossapito- ja varaosapalvelut
- Modernisoinnit
- Asiakkaan liiketoimintaan tähtäävät palvelut.

2.2 Konsernin rakenne

Raute Oyj on maailmanlaajuisesti toimiva pörssiyhtiö, jonka A-sarjan osake on noteerattu NASDAQ OMX Helsinki Oy:ssä vuodesta 1994. Yritys on perhetaustainen yritys ja asiakaskuntaa palvelee noin 500 osaaajaa. Pääkonttori sijaitsee Nastolassa. Tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa Nastolassa ja Kajaanissa, Kanadassa Vancouverin alueella ja Kiinassa Shanghain alueella kuvion kaksi mukaisesti. Myyntiverkosto on maailmanlaajuinen.

Rauten yksiköt maailmalla



KUVIO 2. Raute Oyj:n yksiköt maailmalla (Rauten yksiköt maailmalla 2014).

3 PROJEKTILIIKETOIMINTA

Projektiliiketoiminnan muotoja on useita ja yritykset voivat soveltaa niitä rinnakkain. Liiketoiminnan logiikka perustuu esimerkiksi asiakkaan ongelmien ratkaisuun tai sarjatuotantoon, jolloin voidaan vastaavasti puhua asiakas- tai valmistusliiketoiminnasta. Projektiliiketoiminta koskee yrityksen liiketoimintaa tai jotakin liiketoiminnan osaa, jossa korostuu tavoitteellinen muutos. Useimmiten yrityksen päämäärät koskevat jollain tavoin yrityksen hengissä pysymistä tai menestymistä. Projektiliiketoiminta on johdettua tavoitteellista toimintaa, jolla on suoraan yhteys yrityksen strategian toteuttamiseen. Tavoitteellinen toiminta tarkoittaa, että tehdään tietoisia, tarkoituksellisia ja koordinoituja valintoja, käyttäytymisiä sekä menettelyjä. Strategian toteuttaminen voi tarkoittaa sitä, että esimerkiksi projektin toteutuksessa korostetaan päämäärien saavuttamista eikä pelkästään projektityön suunnitelman mukaisuutta ja tehokasta suorittamista. Tällöin projekti palvelee yrityksen päämäärien toteutusta. (Artto, Martinsuo & Kujala 2006, 17–18.)

Projekteihin voi liittyä myös välillistä toimintaa, joka voi tarkoittaa esimerkiksi projektien ja projekti-ideoiden priorisointia yrityksen strategisten tavoitteiden mukaisesti. Näin ollen päätöksenteko voi palvella parhaiten yrityksen päämääriä, jolloin karsitaan tehokkaasti projekti-ideoita tai keskeytetään projekteja, jotka eivät sovi yrityksen strategiaan. Projekteja ja projekti-ideoita voidaan myös keskeyttää muuttuneen toimintaympäristön tai resurssien niukkuuden takia. Projektiliiketoiminta poikkeaa monista muista toiminnan organisointitavoista, koska se on päämääräsuuntautunutta, väliaikaista ja ainutkertaista. (Artto ym. 2006, 17–18.)

Projekteissa on mukana joukko ihmisiä, jotka työskentelevät yhdessä jakaen vastuuta ja resursseja saavuttaakseen kollektiivisen tehtävän (Briner & Reynolds 1999). Projektissa mukana olevat jäsenet voidaan jakaa kahteen ryhmään: "Näkyvät jäsenet" ovat organisaation jäseniä osana projektia. Heidän ei välttämättä tarvitse olla projektiryhmän pysyviä jäseniä. "Näkymättömät jäsenet" ovat projektin sidosryhmiä kuten alihankkijat ja tavarantoimittajat. Näkymättömät jäsenet eivät ole itse projektiorganisaation jäseniä. (Ajmal, Helo & Kekäle 2010, 157.)

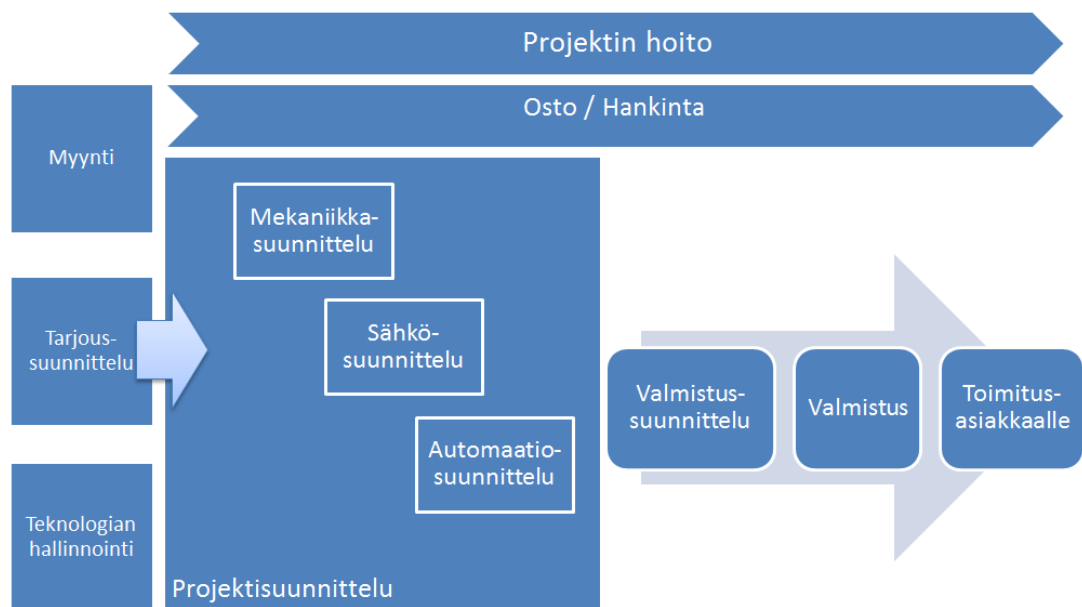
Projektin näkyvät jäsenet muodostavat ydintiimin, joka on yleensä pysyvä silloin, kun projekti on käynnissä. Muut näkyvän tiimin jäsenet ovat väliaikaisia. Voi siis olla, että projektiryhmän jäseniltä puuttuu keskinäinen sosiaalinen tietous, sitoutuminen yhteisiin tavoitteisiin ja yhteinen vastuu tuloksista. Vaikka useimmilla projekteilla on varsin erityiset tavoitteet tai odotukset on viime kädessä projektin jäsenten käsissä selvittää, miten ohimeneviä ongelmia tullaan ratkaisemaan. Tällöin projektin jäsenten itsenäisen työskentelyn merkitys korostuu. Useimmilla projektiliiketoimintaan keskittyneillä yrityksillä on samanaikaisesti useita isoja projekteja käynnissä. Monet projektit ovat tyypillisesti isoja, kalliita, ainutlaatuisia ja korkean riskin omaavia. Projekteille on myös ominaista niiden suorittaminen tietyllä suoritustasolla, sovitussa aikataulussa ja budjetin rajoissa. (Ajmal ym. 2010, 157.)

Suunnitteluprosessin mekaniikkasuunnittelijat ovat opinnäytetyön yrityksessä projektin näkyviä jäseniä ja osa ydintiimiä. Projektiliiketoiminta asettaa omat haasteensa onnistuneen suunnitteluprosessin läpiviemiseen. Etenkin luonteenomainen epätasainen kuormitus pakottaa yrityksen miettimään resurssien määrää, jolloin tulee työmäärältään matalampia ja korkeampia ajanjaksoja. Joudutaan miettimään paljon työntekijöitä on järkevää pitää, jotta pärjätään hiljaisempina aikoina ja riittävätkö ne silloin, kun saadaan useampia tilauksia samanaikaisesti. Tyypilliset isot, kalliit, ainutlaatuiset ja korkean riskin omaavat projektit korostavat suunnitteluprosessin tärkeyttä. Tämä vaikuttaa suoraan siihen että suunnitteluprosessi on oltava hyvin hallittava selkeä kokonaisuus, joka pystyy mukautumaan nopeasti muutostarpeisiin. Projektiliiketoiminnalle ominainen suorittaminen aikataulun rajoissa asettaa suunnitteluprosessille haasteita ja aikataulusuunnittelun tärkeys korostuu.

4 SUUNNITTELUPROSESSIN NYKYTILAN KUVAUS

4.1 Toimitusprojektin vaiheet

Tässä osiossa perehdytään Raute Oyj:n projektitoimituksien vaiheisiin ja kuinka ne etenevät myydystä tuotteesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle. Toimitusprojektin vaiheet etenevät kuvion kolme mukaisesti. Kuviossa toimitusprojekti etenee vasemmalta oikealle ja on kuvattu suoraviivaiseksi, joka etenee järjestelmällisesti eteenpäin. Eri osastot tekevät paljon yhteistyötä ja töitä tehdään usein samanaikaisesti eri osastojen välillä.



KUVIO 3. Toimitusprojektin vaiheet

Prosessi alkaa aina myynnin, tarjoussuunnittelun ja teknologia hallinnoinnin yhteistyöllä, mikä alkaa muodostua projektitoimitukseksi asiakkaalle. Lukuisien tarjouspiirustuksien tuottamisen ja myyntityön jälkeen tuloksena syntyy myyty ratkaisu asiakkaan tarpeeseen, jonka jälkeen projektitoimitus alkaa vähitellen edetä suoraviivaisemmin valmiiksi kokonaisuudeksi. Asiakkaan kanssa solmitun kaupan jälkeen pidetään ajoituspalaveri, jossa aikataulutetaan toimitusprojekti niin, että se saadaan läpi sovittuun toimituspäivämäärään mennessä.

Ajoituspalaverissa todennetaan toimitusprojektille seuraavat tiedot:

- Projektipäällikkö
- Pääsuunnittelija (mekaniikka)
- Pääsuunnittelija (sähkö)
- Jaetaan suunniteltavat positiot
- Aikataulutetaan suunnittelu, valmistussuunnittelu ja valmistus

Ajoituspalaverin jälkeen projektille avataan työnumerot, jolloin projektisuunnittelu voidaan aloittaa. Tässä vaiheessa projektia korostuu tarjouspiirustuksen ja sopimuksen merkitys, sillä ne toimivat pohjana koko suunnitteluprosessin käynnistämisessä. Mitä tarkemmin tarjouspiirustuksessa on mietitty kokonaisuutta, sitä varmemmin säästytään yllätyksiltä loppuvaiheessa ja minimoidaan virheitä. Toimitusprojekteille valitaan automaatiosuunnittelija ja asennusvalvoja vasta myöhemmässä vaiheessa johtuen toimitusprojektien suhteellisen pitkistä läpäisyajoista.

Projektisuunnittelu sisältää mekaniikkasuunnittelun, automaatiosuunnittelun ja sähkösuunnittelun. Tässä vaiheessa projektia on tärkeää pysyä aikataulussa, koska mahdollinen myöhästyminen suunnitteluprosessissa saattaa kertaantua loppua kohti ja menetetty aika on monin verroin vaikeampi ottaa kiinni. Tämän huomioiminen projektia käynnistettäessä mahdollistaa tarvittaessa liukumaviikkojen lisäämisen eri prosessien väliin aikataulun sen salliessa. Kuviossa kolme on kuvattu järjestystä, jossa eri suunnitteluprosessit etenevät toimitusprojektin läpi. Mekaniikka ja sähkösuunnittelu voidaan tehdä usein limittäin, mutta automaatiosuunnittelu alkaa useimmiten vasta mekaniikka ja sähkösuunnittelun valmistuttua.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään tarkemmin mekaniikkasuunnittelun tehtäviin projektisuunnittelussa, joka on suhteellisen pieni osa kokonaisuudesta. Kuviosta kolme nähdään myös miten projektinhoito alkaa välittömästi projektisuunnittelun alkuvaiheessa. On erittäin tärkeää, että projektipäällikkö on mukana toimitusprojektissa heti sen alusta asti. Tällä tavoin hän saa hyvän kuvan kokonaisuudesta ja tarvittavan tiedon missä vaiheessa toimitusprojekti on menossa milloinkin. Samalla projek-

tipäällikkö aloittaa tärkeän yhteistyövaiheen eri osastojen välillä, jolla on korvaamaton merkitys onnistuneen toimitusprojektin kannalta.

Tuotesuunnittelun valmistuttua on kaikki sähköinen tieto siirretty toiminnanohjausjärjestelmään, josta se siirretään eteenpäin valmistussuunnitteluun. Tämän jälkeen laitetaan tarvittavat materiaalit ja komponentit ostoon. Seuraavaksi tehdään tarvittavat työstögeometriat työstökeskuksille ja kuormitetaan valmistusprosessissa tarvittavia osastoja. Kuviossa 3 oleva valmistus pitää sisällään kaiken valmistukseen liittyvän toiminnan aina hitsauksesta kokoonpanoon ja pakkaukseen. Onnistuneen toimitusprojektin läpiviemiseen vaaditaan paljon työtunteja ja koko organisaation työpanos.

4.2 Suunnitteluprosessissa käytettävät ohjelmistot ja järjestelmät

Suunnitteluprosessissa Raute Oyj:llä on käytössä seuraavia ohjelmistoja ja järjestelmiä:

- Creo 2.0
- Creoview pikakatseluohjelma
- Windchill
- Autocad Mechanical 2014
- Toiminnanohjausjärjestelmä V10 7.0
- Prom
- Mathcad
- Inventor (Kanadan yksikkö)

Creo 2.0

3D-mallinnusohjelmisto Creo 2.0 pohjautuu Pro / Engineerin teknologiaan. Ohjelmistolle luonteenomaista on parametrisuus, assosiatiivisuus ja piirrepohjaisuus. Ohjelmiston vahvuuksiin kuuluu mallien muokattavuus, haasteellisen geometrian mallintaminen ja suurten kokoonpanojen hallinta. Creo on PTC:n (Parametric Technology Corporation) valmistama ohjelmisto. Raute Oyj:llä on aikaisemmin ollut käytössä saman ohjelmistovalmistajan 3D-mallinnus ohjelma Pro/engineer WF4.

Creoview pikakatseluohjelma

Pikakatseluohjelma on kätevä työkalu mallien tarkasteluun. Ohjelmaa käytetään yleisesti eri osastoilla, koska se on nopea tapa tarkastella 3D-malleja ilman, että ne tarvitsee ladata erikseen Windchillin työpöydälle. Pikakatseluohjelmasta on kiistatta eniten hyötyä valmistuksen henkilökunnalle. Valmistuksen yhteydessä ohjelmistolla on helppo tarkastella rakenteita, joita voi olla muuten vaikea hahmottaa työpiirustuksista. Ohjelmiston avulla voidaan ottaa 3D-mallista mittoja sekä piilottaa komponentteja edestä tarkempaa rakenteen tarkastelua varten.

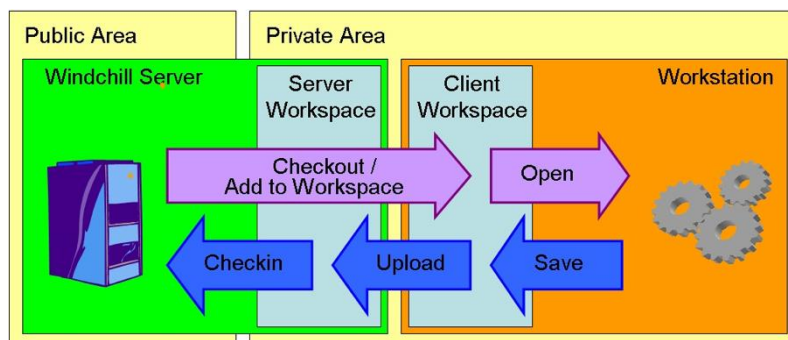
Windchill CAD-dokumenttien hallintajärjestelmä

Windchill ohjelmisto toimii yhdessä Creo 2.0 3D-mallinnusohjelmiston kanssa. Raute Oyj:ssä Windchill ohjelmistoa käytetään ainoastaan tiedostojen tallennuksen hallintaan. Ohjelmiston avulla voidaan maksimoida tuoterakenteiden ja tuotteiden uudelleenkäyttöä. Windchill:n avulla hallitaan myös mallien revisiot ja versiot. Windchill ja Creo 2.0 ovat molemmat yhdysvaltalaisen PTC:n (Parametric technology Corporation) kehittämiä ohjelmistoja (Windchill).

Windchill ohjelmiston toiminta perustuu neljään osa-alueeseen kuvion neljä mukaisesti.

1. Commonspace (Windchill server) on yhteinen alue tallennetuille tiedostoille. Tila on jaettu pääosioihin Suomen ja Kiinan konttorien välillä.
2. Library; standardikomponenttikirjasto ja omavalmisteiset standardiosat, joista on tehty piirustukset
3. Client Workspace; henkilökohtainen ja väliaikainen työskentelytila omalla työasemalla, joka kytkeytyy Creo istuntoon.
4. Server Workspace; serverillä oleva työskentelytila.

Mallinnettaessa työt tallennetaan työaseman Workspace:sta serverillä olevaan Worksspace:en Upload komennolla. Komento on hyvä tehdä useamman kerran päivässä, jolloin vältetään töiden katoaminen esimerkiksi työaseman rikkoutuessa. Valmiit työt kirjastoidaan Check In -komennolla Windchill commonspace kansioihin.



KUVIO 4. Windchill ohjelmiston toimintaperiaate. (Heinonen 2014, 3).

Autocad Mechanical

Mekaniikkasuunnitteluohjelmisto, joka on suunnattu valmistavan teollisuuden tarpeisiin. Ohjelmiston on kehittänyt Yhdysvaltalainen Autodesk Inc. Ohjelmiston tiedonkäsittely perustuu graafisiin objekteihin.

Autocad Mechanical ohjelmistoa käytetään Raute Oyj:llä pääsääntöisesti 2D-linja- ja tarjouspiirustuksien tuottamiseen sekä jonkin verran projektisuunnitteluun.

Toiminnanohjausjärjestelmä V10

Toiminnanohjausjärjestelmä yhdistää myynnin, suunnittelun, tuotannon, varastoinnin ja toimituksen prosessit. Tässä opinnäytetyössä keskitytään mekaniikkasuunnittelijan tehtäviin toiminnanohjausjärjestelmän parissa. Tämä linkittyy useaan suunnitteluprosessin vaiheeseen erilaisten tehtävien yhteydessä. Mekaniikkasuunnittelijan tehtäviä toiminnanohjausjärjestelmän ympäristössä käydään läpi tarkemmin myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

Prom

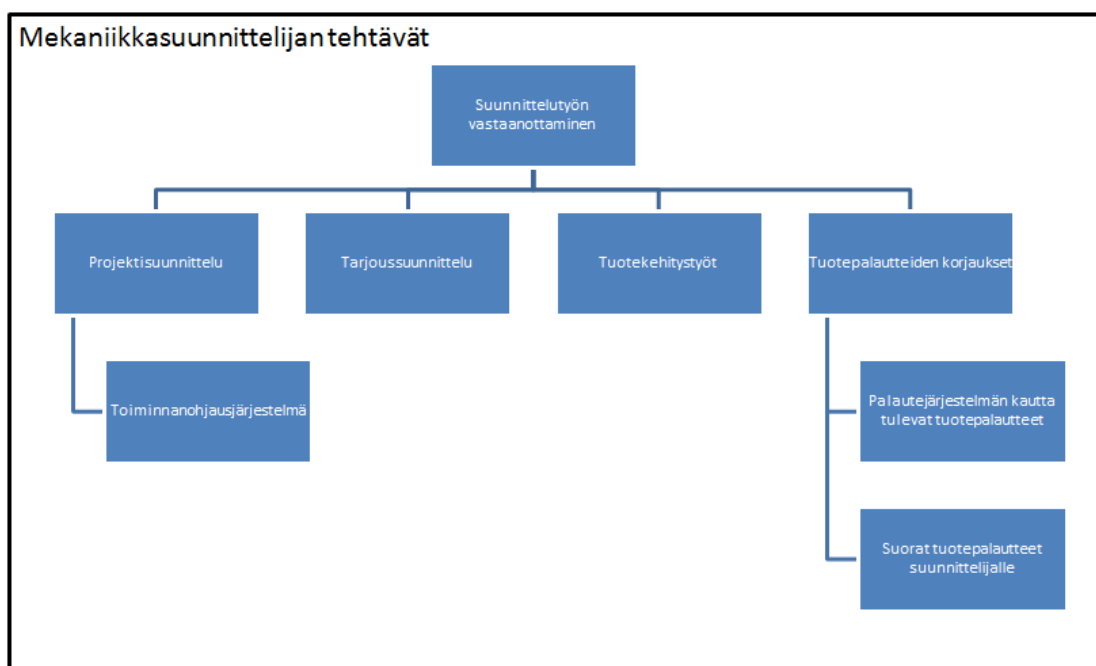
Tehokkaan toiminnan perusedellytyksiä on ajantasaisen ja yhdenmukaisen tuotetiedon ylläpito. Prom – järjestelmää käytetään tuotetiedon ylläpitoon, joka sisältää muun muassa suunnitteluparametrivaihtoehtoja ja tunnistetietoja (tuoteID). Prom – järjestelmän tärkein tehtävä on ohjata valitsemaan tarjousvaiheessa etukäteen vakioiduja tuotevaihtoehtoja ja lisätä valmiiden tuotteiden käyttöä projekteissa. (Kuisma, Negru-Vode 2014, 4.)

4.3 Mekaniikkasuunnittelun vaiheet toimitusprojektissa

Poistettu salassapitosopimuksen perusteella

4.4 Mekaniikkasuunnittelijan tehtävät

Seuraavassa kuviossa kuusi on esitetty erilaisia mekaniikkasuunnittelijan tehtäviä, joita Raute Oyj:ssä pääsääntöisesti tehdään. Mekaniikkasuunnittelijan tehtävät koostuvat pääsääntöisesti projektisuunnittelusta, jotka jaetaan toiminnanohjausjärjestelmän työjonon kautta. Suunnittelija näkee toiminnanohjausjärjestelmän työjonosta, mitkä linjakokonaisuuden osat ovat hänen suunniteltavanaan. Mekaniikkasuunnittelutyöt aloitettuaan suunnittelija kirjaa käytettyjä työtunteja toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin suunniteltavan osion tila muuttuu järjestelmässä vastaanotetuksi. Järjestelmän avulla voidaan seurata, mikä positio on suunnittelussa milloinkin ja kuinka paljon aikaa suunnittelutyöhön on käytetty.



KUVIO 6. Mekaniikkasuunnittelijan tehtävät

Mekaniikkasuunnittelijalla voi olla usein muitakin työtehtäviä, vaikka projektisuunnittelu on aina yleisin vaihtoehto. Esimerkiksi tuotepalautteiden korjausten määrä on noussut huomattavasti korkeammalle tasolle uudistuneen tuotepalautejärjestelmän ansiosta. Pelkästään tuotepalautejärjestelmän korjaukset kuormittavat useamman suunnittelijan Raute Oyj:llä vuositasolla. Palautejärjestelmän palautteista kaikki eivät ole virheisiin liittyviä vaan mukana on myös kehitysideoita, joita esimerkiksi asentajat ovat havainneet. Palautteiden käsittely voi toisinaan vaatia paljon aikaa, koska eten-

kin kehitysideoita on usein tarkasteltava usealta eri kantilta. Tuotepalautteiden käsittelyä hidastaa myös toisinaan epäselkeät palautteet, jotka vaativat tarkempaa selvitystyötä.

Kuviossa kuusi suorat palautteet suunnittelijalle tarkoittaa niitä korjauksia tai vastavasti parannuksia, joita mekaniikkasuunnittelija voi saada esimerkiksi suoraan asentajilta kasvotusten tai puhelimitse. Etenkin ulkomailla olevien asentajien voi olla hyvin hankalaa tehdä tuotepalautteet järjestelmään. Suoraan mekaniikkasuunnittelijalle tulevat tuotepalautteet ovat kuitenkin loogisesti vähentyneet uudistuneen palauttejärjestelmän myötä. Samalla on onnistuttu vähentämään suunnittelijan muistinvaraisia tehtäviä onnistuneesti.

Raute Oyj:llä on oma tuotekehitystiimi, joka tekee pääsääntöisesti tuotekehitystyöt. Osa tuotekehitystöistä on kuitenkin luonteeltaan sellaisia, joissa projektien parissa työskentelevillä mekaniikkasuunnittelijoilla on parempi tuotteen tuntemus. Näissä tapauksissa projektien parissa työskentelevät mekaniikkasuunnittelijat saattavat osallistua tuotekehitystoimintaan. On myös muistettava, että erilaisten töiden jakamiseen vaikuttaa resurssien määrä.

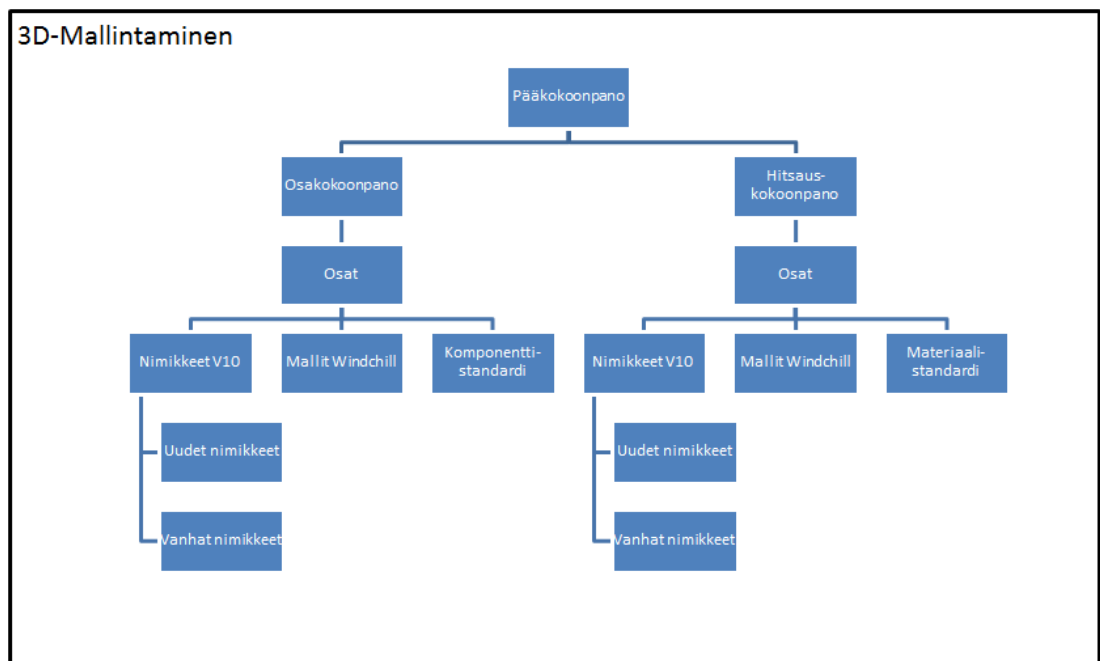
Tarjouspiirustuksien tekemisestä vastaa pääsääntöisesti tarjoussuunnittelutiimi. Projektien parissa työskentelevät mekaniikkasuunnittelijat auttavatkin tarjouspiirustuksissa kiiretapauksissa tai jos tapaukseen liittyy jotakin ainutlaatuista, joka vaatii tarkempaa tarkastelua. Mekaniikkasuunnittelijoiden tehtävät saattavat myös vaihdella keskenään riippuen esimerkiksi kokemuksesta ja työnkuvasta.

4.5 Lähtötietojen määrittäminen

Poistettu salassapitosopimuksen perusteella

4.6 3D-Mallintaminen

Tässä osiossa käsitellään mekaniikkasuunnittelijan tehtäviä, joita tulee vastaan projektien 3D-mallinnus vaiheessa. Projektisuunnittelussa vaiheet etenevät järjestelmällisesti. Kuviossa kahdeksan esitellään 3D-mallien perusrakennetta, joiden ylin taso on aina pääkokoontapano. Mallienrakenteet voivat pitää sisällään samanaikaisesti useita eri osa- ja hitsauskokoontapanoja, jotka koostuvat erilaisista osista. Kuviossa kahdeksan esitellään mistä ja miten osat liittyvät kokoonpanoihin Raute Oyj:llä.



KUVIO 8. 3D-mallintaminen

Pääkokoontapanot

Pääkokoontapano on aina tuotekokonaisuudesta tai yksittäisestä tuotteesta tehty ylin taso. Raute Oyj:llä käytössä olevat lähtömallit ovat useimmiten tuotteen pääkokoontapanoja. 3D-malleja tehtäessä lähtömallit ovat aina mastermalleja, vanhoja projekti-kopioita tai kokonaan uusia pääkokoontapanoja mukaan lukien parametriset ja ei pa-

Osa- ja hitsauskokoonpanot

Osa- ja hitsauskokoonpanot pitävät aina sisällään osia, jotka koostuvat kuvion kahdeksan mukaisesti. Osat tai materiaalit etsitään pääsääntöisesti toiminnanohjausjärjestelmästä, komponenttistandardista tai materiaalistandardista. Toiminnanohjausjärjestelmässä olevien nimikkeiden lisäksi sinne pystytään lisäämään uusia nimikkeitä. Komponenttistandardin kaikki osat löytyvät myös toiminnanohjausjärjestelmästä. Materiaalistandardissa olevista materiaaleista on pääsääntöisesti kaikista tehty Creo:n puolelle lähtömallit, jonka avulla nopeutetaan ja helpotetaan suunnittelutyötä huomattavasti.

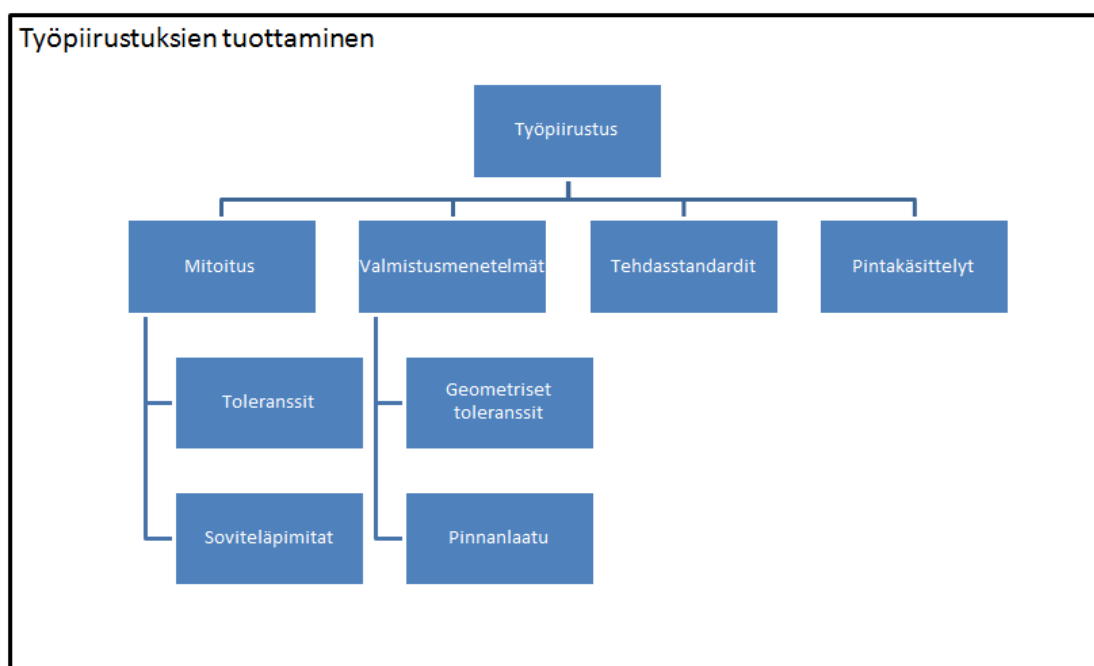
Osa- ja hitsauskokoonpanojen rakennetta on hyvä miettiä valmiiksi etukäteen. Suurissa kokoonpanoissa kannattaa miettiä alempien kokoonpanojen tekemistä, jonka avulla voidaan saavuttaa selkeämpi kokonaisuus. Valmistuksen kannalta selkeillä työpiirustuksilla vältetään turha sekaannus ja nopeutetaan valmistusprosessia. Selkeillä kokoonpanorakenteilla helpotetaan huomattavasti suunnittelijan tehtäviä tulevaisuudessa. Sekavat ja paljon osia sisällä pitävät kokoonpanorakenteet saattavat olla toisinaan haastavia ja monimutkaisia muutoksia tehtäessä.

Suunnittelijan tehtävät toiminnanohjausjärjestelmässä mallintamisen yhteydessä

Poistettu salassapitosopimuksen perusteella

4.7 Työpiirustuksien tuottaminen

Mekaniikkasuunnittelijan yksi tärkeimmistä työtehtävistä on selkeiden ja yksiselitteisten työpiirustuksien tekeminen. Selkeillä työpiirustuksilla voidaan helpottaa ja nopeuttaa huomattavasti valmistuksen läpimenoa sekä vähentää valmistuksessa tulevien virheiden määrää. Kuviossa 12 on esitetty tärkeimpiä asioita, jotka tulee ottaa huomioon työpiirustuksia tehtäessä.



KUVIO 12. Työpiirustuksien tuottaminen

Työpiirustuksien tuottaminen perustuu mekaniikkasuunnittelijan osaamiseen ja osittain muistinvaraiseen toimintaan. Työpiirustuksista voi helposti unohtua tärkeitäkin asioita. Etenkin kiireen vaikutus laatuun on huomattava ja usein työpiirustuksia onkin hyvä katsoa useampaan kertaan esimerkiksi seuraavana päivänä uudestaan, jolloin saatetaan huomata aivan yksinkertaisia virheitä. Työpiirustuksissa olevia virheitä saadaan tehokkaasti karsittua niin, että joku toinen tarkastaa työpiirustukset kun ne ovat valmiit, koska usein omille työpiirustuksille saattaa tulla niin sanotusti "sokeaksi". Työpiirustuksia tehdessä on hyvä miettiä, miten itse valmistaa kyseisen osan tai osakokonaisuuden, jolloin tulee varmemmin esitettyä tarvittava informaatio. Raute Oyj:llä järjestetään ajoittain koulutuksia, jotka liittyvät 3D-mallintamiseen ja työpiirustuksien tekemiseen.

Työpiirustuksien laatuun Raute oyj:llä vaikuttaa positiivisesti omatuotanto, jolloin havaituista virheistä saadaan tieto palautejärjestelmän avulla suunnittelijalle. Palautejärjestelmä toimii niin, että valmistuksen työntekijä tekee havaitsemastaan virheestä tai vastaavasti parannuksesta järjestelmään palautteen, joka voidaan kohdentaa suoraan vastuuhenkilölle. Tämän tehtäväksi jää mahdollisen virheen korjaaminen ja palautteeseen vastaaminen. Palautejärjestelmän hyviä puolia on se, että tällä tavoin vähennetään suunnittelijan muistinvaraisia tehtäviä. Palautejärjestelmän toimivuuden kannalta on tärkeää, että palautteet kirjataan järjestelmään heti kun ne havaitaan. Toisaalta mekaniikkasuunnittelunkin tulee reagoida niihin mahdollisimman nopeasti. Nopealla reagoinnilla voidaan välttää virheen toistuminen, koska usein samankaltaisia tai samoja laitteita voi olla tulossa valmistukseen useampia peräkkäin.

Yleisimpiä työpiirustuksiin liittyviä palautteita ovat:

- Puutteellinen/epäselvä mitoitus
- Osaluettelovirheet
- Yksityiskohtien epätarkka esittäminen
- Puutteellinen geometria tai mittatoleranssit

Yksi tärkeimmistä asioista, joka tulee muistaa tehdä tai tarkistaa on piirustusnumero. Projektikopioita tehtäessä on aina muistettava hakea uusi piirustusnumero vanhan tilalle, jos on tehty muutoksia, joihin piirustuksen pelkkä revisiointi ei enää riitä. Näin vältetään vanhan piirustuksen päälle julkaiseminen ja säästetään vanha piirustus arkistossa mahdollista myöhempää käyttöä varten.

4.8 Suunnittelutyön julkaiseminen

Projektisuunnittelun viimeisiä vaiheita on suunnittelutöiden julkaiseminen. Tämä tarkoittaa tarvittavien työpiirustuksien, geometrioiden ja dokumenttien tekemistä arkistoihin kaikkien nähtäville. Julkaisut tehdään Creo ja Autocad ohjelmistoilla.

Raute Oyj:llä projekteista tehdään seuraavat julkaisut:

- **DDM (Drawings Database Management)**

Työpiirustuksien julkaisu piirustusarkistoon (pdf-tiedostot)

- **Polttoleikkeet**

Kaikista levyosista julkaistaan dxf-tiedosto omaan hakemistoon, joka sisältää levykappaleiden polttogeometrian

- **Osaluettelot**

Kaikista piirustuksista julkaistaan osaluettelot, jotka siirretään toiminnanohjausjärjestelmään

- **Linkone julkaisut**

Varaosapiirustusten julkaisut

- **Creoview pikakatselumallit**

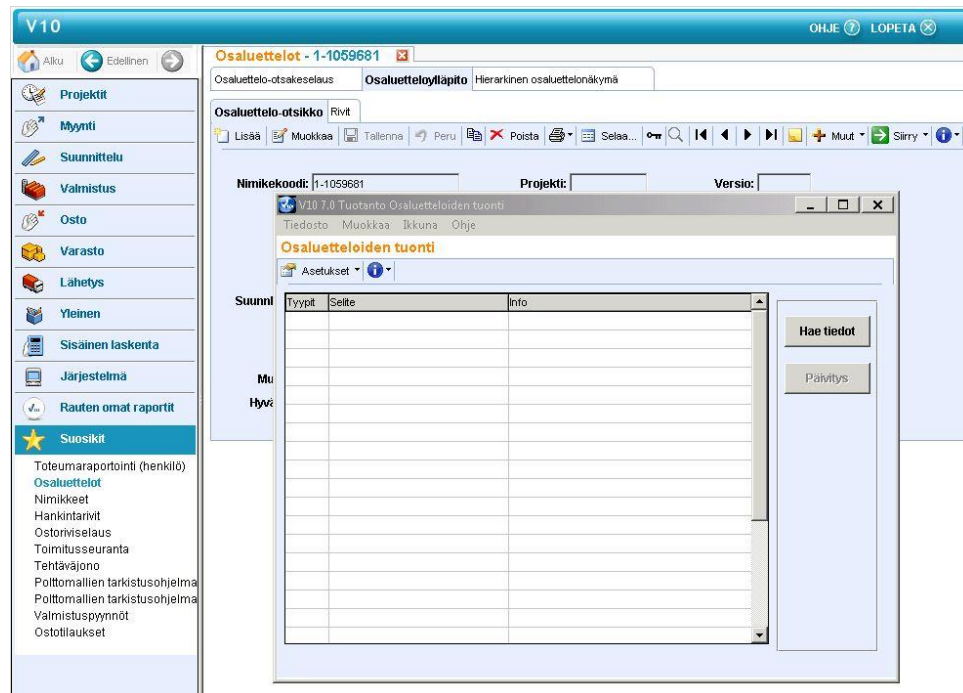
Pikakatselumallien julkaisut omaan hakemistoon

Julkaisutyöt on hyvä aloittaa kahdesta kolmeen päivää ennen työn eteenpäin siirtämistä riippuen työn laajuudesta. Tällöin jää tarvittaessa aikaa ongelmien ja virheiden korjaamiseen. Tyypillisiä virheitä julkaisuvaiheessa ovat puutteelliset tiedot malleissa ja niiden rakenteissa, kuten puuttuvat polttoleiketiedot, osaluettelovirheet ja virheeliset suunnitteluyksiköt.

Kaikkien julkaisujen tekeminen on muistinvaraista toimintaa ja mekaniikkasuunnittelijoilta unohtuukin usein tehdä Linkone ja Creview pikakatselumallien julkaisut. Ongelma saattaa johtua siitä, että ne vain yksinkertaisesti unohtuvat tai sitten ajatellaan, että ne tehdään myöhemmin, kun ei niitä välttämättä heti tarvita.

Suunnittelijan tehtävät toiminnanohjausjärjestelmässä suunnittelutyön julkaisemisen yhteydessä

Osaluetteloiden julkaisun jälkeen mekaniikkasuunnittelijan tehtäviin kuuluu osaluetteloiden tuonti toiminnanohjausjärjestelmään kuvion 13 mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että Creo ja Autocad ohjelmistot tekevät osaluetteloista tekstitiedoston julkaisuvaiheessa, joka on tuotava erikseen toiminnanohjausjärjestelmään.



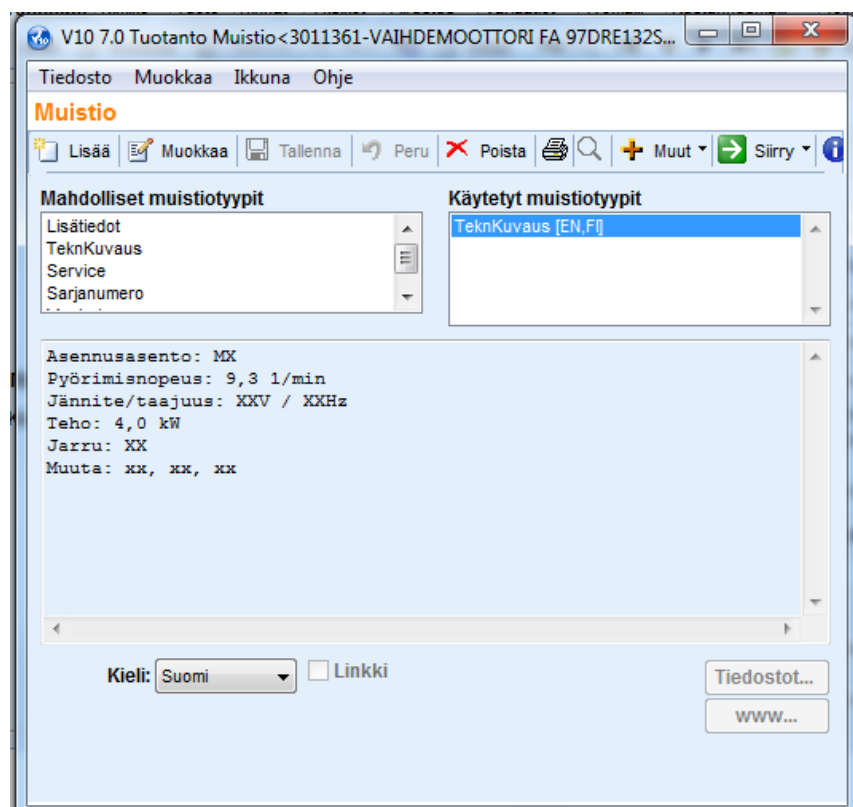
KUVIO 13. Osaluetteloiden tuonti toiminnanohjausjärjestelmään

Tuodut osaluettelot on tarkistettava ja puuttuvia osaluetteloita voidaan tehdä myös tarvittaessa käsin toiminnanohjausjärjestelmään.

Toiminnanohjausjärjestelmästä löytyy ominaisuus, jonka avulla voidaan tarkistaa onko levyosista tehty polttoleikemallit tullut järjestelmään. Tarkistuksen tekeminen on suositeltavaa, koska tällä tavoin voidaan vähentää valmistussuunnittelijan tehtäviä ja välttää ylimääräiseltä sähköpostien lähettämiseltä ja kyselyltä. Polttoleikemallien tarkistaminen on mekaniikkasuunnittelijan muistinvarassa. Toisaalta kaikki mekaniikkasuunnittelijat eivät välttämättä viitsi tai jaksaa niitä tarkistaa vaikka se suositeltavaa olisikin. Yksittäisten polttoleikkeiden puuttumista on julkaisuvaiheessa hy-

vin vaikea huomata, koska suunnitteluohjelmisto ei niistä välttämättä erikseen huomautta.

Suunnittelutyön julkaisemisen yhteydessä mekaniikkasuunnittelijan tehtäviin kuuluu tarvittavien tietojen päivittäminen toiminnanohjausjärjestelmän muistioihin jos niitä ei ole aikaisemmin 3D-mallin puolella määritetty. Yleisimpiä täydennettäviä tietoja ovat; sähkömoottorien teknistentietojen tarkennukset ja kuljetinhihnojen pituudet. Näiden tietojen päivittäminen toiminnanohjausjärjestelmään on pelkästään suunnittelijan muistinvarassa ja unohtuukin usein. Kuviossa 14 on esitelty sähkömoottorien muistiotekstit, jonne tarvittavat tiedot päivitetään jos niitä ei ole 3D-mallin puolella ennen julkaisua määritetty. Sähkömoottorien muistioita tehtäessä tulisi muistaa laittaa aina samat tiedot myös Englanninkieliseen muistioon. Tämä saattaa unohtua monesti, jolloin tiedot ovat puutteellisia jos tuote meneekin ulkomaan valmistukseen.



KUVIO 14. Toiminnanohjausjärjestelmän muistio

4.9 Suunnittelutyön päättäminen ja seuranta

Suunnittelutyön päättäminen tarkoittaa suunnittelutyön merkitsemistä valmiiksi toiminnanohjausjärjestelmässä, joka onkin ainoa konkreettinen tehtävä tässä vaiheessa. Työnpäättämisen jälkeen on kuitenkin hyvä vielä kerrata tehdyt asiat, jotta unohduksilta vältytään. Työn päättämisen jälkeen voidaan siirtyä seuraamaan projektin etenemistä ja tarvittaessa antaa lisäinformaatiota sekä tehdä mahdollisia korjauksia, jos sellaisia eteen tulee.

Seuranta on hyvin tärkeä osuus ja tässä vaiheessa onkin hyvä muistaa käydä katso-massa tuotannonpuolella, miten projekti etenee sillä siihen on hyvät mahdollisuudet Raute Oyj:llä. Projektin edetessä mekaniikkasuunnittelijalla on hyvä mahdollisuus saada arvokasta näkemystä tuotteen toimivuudesta ja käytännöllisyydestä. Etenkin asentajat antavat usein arvokasta tietoa, jota voi sekä hyödyntää, että soveltaa jat-kossa.

Raute Oyj:llä on pidetty joistakin linjoista myös viikkopalavereja tehtaalla kokoon-panovaiheessa, joihin on osallistunut mekaniikkasuunnittelijoita, automaatio-suunnit-telijoita sekä asentajia. Tämän tapaisilla viikkopalavereilla on selkeästi positiivinen vaikutus tekemiseen. Viikkopalaverit ovat hyvä tapa saada esimerkiksi mekaniikka-suunnittelijat liikkeelle katsomaan työnjälkeä, sillä monille voi olla isokin kynnys mennä tuotannonpuolelle, etenkin jos ympäristö siellä on kovin vieras.

5 SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

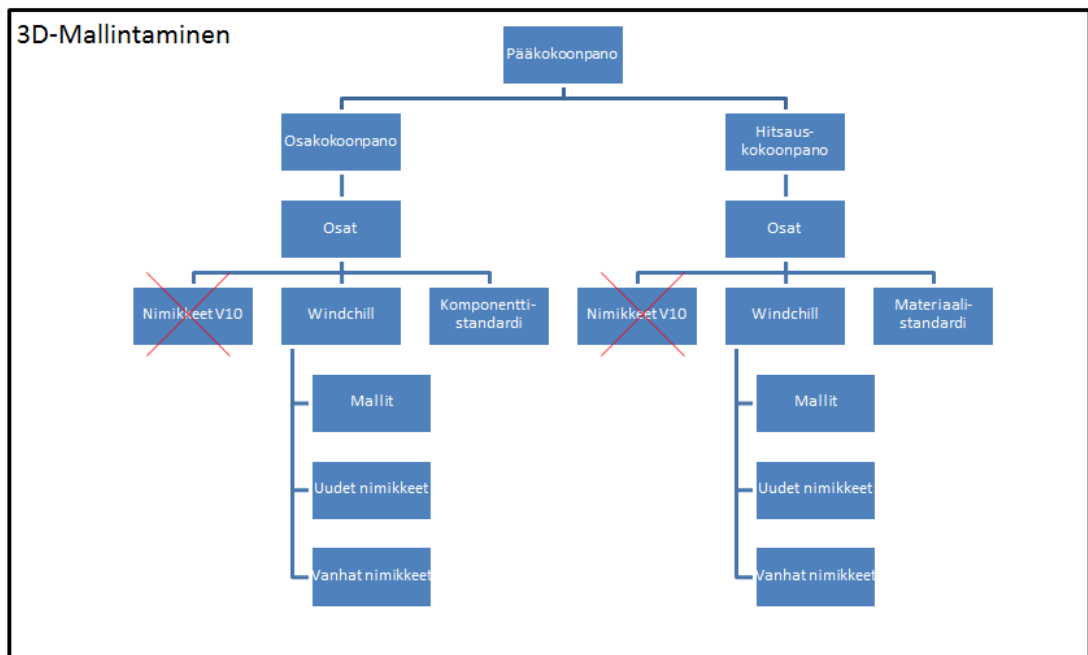
Tähän osioon on kerätty toimintoja nykytilankuvauksesta, joita kehittämällä voidaan saavuttaa hallittavampi ja selkeämpi suunnitteluprosessin läpimeno. Tässä osiossa esitellään parannus ehdotuksia ja sovelletaan niihin mahdollisuuksien mukaan systemaattisia työkaluja. Nykytilankuvausta tehdessä esiin nousi kolme keskeistä kehittämisen kohdetta; nimikkeiden hallinta, tuotekehitys ja muistinvaraiset tehtävät. Tässä osiossa haetaan vaihtoehtoisia ratkaisuja näihin toimintoihin tai toimintamalleihin. Ohjelmistojen jatkuva ja nopea kehitys avaa uusia mahdollisuuksia nopeampaan suunnitteluprosessiin. Samalla se pakottaa yrityksiä kehittämään suunnitteluprosessia eteenpäin jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä.

5.1 Nimikkeiden hallinta

Nimikkeiden hallinta osoittautui nykytilankuvasta tehdessä selkeäksi kehittämiskohteeksi, jonka kehitystarve on tulevaisuudessa välttämätön. Nykyisessä toiminnanohjausjärjestelmässä nimikkeiden määrä kasvaa nopeaa vauhtia samalla kun nimikkeiden hallittavuus on nykyisellä ohjelmistolla hankalaa. Nykyinen toiminnanohjausjärjestelmä alkaa olla selkeästi vanhentunut jos sitä verrataan esimerkiksi Windchill:n tarjoamiin tämänhetkisiin mahdollisuuksiin. Nimikkeitä nykyisessä toiminnanohjausjärjestelmässä on opinnäytetyön tekohetkellä noin 339 352 kappaletta piirustusnimikkeet mukaan lukien. Suurimmat ongelmat mekaniikkasuunnittelun kannalta nykytilankuvauksessa olivat nimikkeiden etsinnässä, muokattavuudessa ja päällekkäisissä toiminnoissa. Näillä toiminnoilla tarkoitetaan kaksinkertaista työtä, joka osaltaan asettaa integrointipaineita ohjelmistojen välille.

Kuviossa 14 esitetään vaihtoehtoinen malli rakenteesta, jossa nimikkeiden hallinta on sijoitettu windchill järjestelmän alle. On kuitenkin muistettava, että tämän kaltainen siirto vaatii tarkkaan suunniteltua nimikkeidenhallinta -strategiaa, koska nimikkeet ovat tuotetiedon hallintajärjestelmien kulmakivi. Ilman selkeää strategiaa integroin-

nista ei saada irti kaikkea sen potentiaalia ja se ei kykene auttamaan yrityksen tiedonhallinnassa halutulla tavalla.



KUVIO 15. Integroitu järjestelmä.

Toimivan tuotetiedon hallinnan kannalta nimikkeistön tulee olla yhtenäinen ja rakenteeltaan sellainen, että se luokittelee nimikkeet sopivalla karkeustasolla eri luokkiin ja alaluokkiin tarkoituksen mukaisesti. On kuitenkin varottava liian tarkkaa luokittelua, jotta toiminta ei jäykisty sen vuoksi. Liian tarkan luokittelun vaarana on myös ylläpitämiseen vaadittavan työn määrän suuri kasvu.

Nykyisen toiminnanohjausjärjestelmän pohjalta tulee miettiä seuraavia asioita nimekestrategiaa suunniteltaessa. Kuka tekee nimikkeet ja miten? Tällä hetkellä Raute Oyj:llä kaikilla mekaniikkasuunnittelijoilla on mahdollisuus tehdä nimikkeitä järjestelmään, kuten nykytilankuvauksen osiossa tuli ilmi. Samalla käsiteltiin nimikkeitä, joita on järjestelmässä tuplamäärä tai jopa enemmän. Toisaalta taas mekaniikkasuunnittelijat saattavat säästää hieman aikaa tekemällä itse nimikkeet.

Nykytilankuvauksessa käsiteltiin myös temposonic anturin nimikettä. Tämän tapaisia nimikkeitä löytyy paljon toiminnanohjausjärjestelmästä, joista joudutaan tekemään uusi nimike pienen muutoksen takia. Nimikkeiden strategiaa suunniteltaessa on otettava kantaa, miten tämän tyyppiset nimikkeet kannattaa tehdä.

Ohjelmistojen kehittyttyä on tullut uusia ratkaisuja tämän tyyppisiin ongelmiin. Esimerkiksi Windchill:n on saatavilla PDM (Product Data Management) ohjelmistoympäristö, joka tarjoaa yhtenäisen tiedonhallintapaikan. Tämän kaltaisen ohjelmistoympäristön avulla voidaan karsia tehokkaasti kaksinkertaista työtä ja kehittää huomattavasti hallittavampi kokonaisuus. Tämänkaltaiseen ympäristöön on mahdollista sitoa samalla muitakin toimintoja, kuten tuoteperheiden hallinta, dokumenttien ja konfiguraatioiden hallinta, sekä integroitu visualisointi.

5.2 Tuotekehitys (Product development)

Tuotekehityksellä tarkoitetaan tutkimustuloksien ja käytännönkokemusten avulla saatujen tietojen käyttämistä uusien tuotteiden, tuotantoprosessien, menetelmien ja järjestelmien aikaansaamiseksi tai vastaavasti olemassa olevien olennaisesti parantamiseksi. Tuotekehitysprosessin tavoitteena on tuottaa taloudellisesti ja nopeasti asiakkaille uusia, kilpailukykyisiä, asiakkaan tarpeet täyttäviä tuotteita ja palveluita. Tuotekehitysprosessi tulee pyrkiä oppimaan ja toteuttamaan kerta kerralta laadukkaammin ja nopeammin. (Berg, Leivo, Pihlajamaa & Leinonen 2001, 17.)

Tässä tuotekehityksen osiossa otetaan pääsääntöisesti kantaa olemassa olevien tuotteiden kehittämiseen. Jatkuva tuotekehitys asettaa paljon haasteita mekaniikkasuunnittelun onnistumiselle. Raute Oyj:llä on huomattavissa joissakin tapauksissa jatkuvan tuotekehityksen ominaispiirteitä. Jatkuvalla tuotekehityksellä tarkoitetaan muutoksia, jotka eivät ole pakollisia vaan enemmänkin luonteeltaan kokeellisia parannuksia. Tämä johtaa joissakin tapauksissa siihen, että ensin kokeillaan yhteen projektiin ja vaihdetaan takaisin vanhaan taas seuraavassa projektissa.

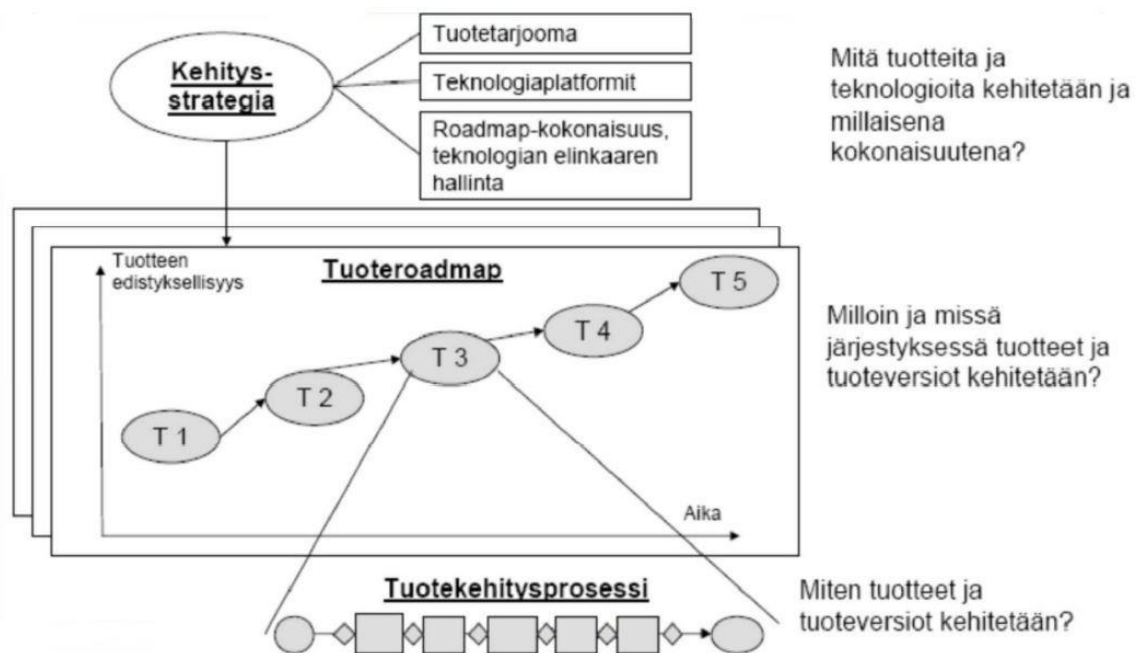
Projektisuunnittelussa on kuitenkin erotettava pakolliset korjaukset tuotekehityksestä. Pakollisilla korjauksilla tarkoitetaan esimerkiksi tilannetta, jossa reikien paikoitus on pielessä ja näin ollen syntyy valmistukseen ylimääräistä korjaustyötä ja tämän luonteiset virheet onkin korjattava välittömästi. Olemassa olevien tuotteiden kehitykseen kuuluu selkeästi sellaiset muutokset tai vastaavasti parannukset, joita ilman tuote toimii.

Toimivan tuotekehityksen kannalta törmätään väistämättä projektiliiketoiminnan asettamiin haasteisiin, jossa linjakokonaisuudet ovat lähes poikkeuksetta asiakkaalle ja asiakkaan tarpeisiin räätälöityjä uniikkeja kokonaisuuksia. Tällöin linjojen myyntivaiheessa korostuu ehdottoman tärkeänä rajapinnat, joihin muutoksia tehdään. Pyritään kokoamaan linjat aina valmiista tuotteista ja samalla välttämään tuotteisiin tulevat muutokset. Tilanteissa joissa, muutoksia joudutaan kuitenkin tekemään tuotetasoille saakka, tulee muutostarpeet keskittää mahdollisimman järkevästi. Raute Oyj:llä oman haasteen tuotekehitykselle asettaa myös joidenkin linjojen koko. Myytävät tuotteet ovat niin isoja, että tuotekehitystä ei yksinkertaisesti pystytä testaamaan omalla tehtaalla ja testit joudutaan tekemään asiakkaan silmien alla.

Tuotekehitys edellyttää, että on "lupa" tehdä virheitä. Uuden kehittäminen on hallittua riskinottamista, mutta myös rohkeutta vaativa prosessi, jonka lopputulosta ei voida ennustaa eikä kontrolloida täysin edeltä käsin. (Hietikko 2008, 13.)

5.3 Tuotekehityksen jaksottaminen

Tuotekehityksen jaksottamisella voidaan saavuttaa paljon etuja tuotteiden toimivuuden kannalta ja samalla voidaan vähentää ylimääräisen työn määrää. Jaksottaminen parantaa tuotekehitysprosessia, jolloin selkeästi mietitään tuotekehitys omana prosessina, eikä tehdä jatkuvasti muutoksia. Jaksottamalla tuotekehitys kuvion 16 esittämällä tavalla saadaan tuotekehitysprosessista määrätietoisempaa ja pystytään keräämään enemmän arvokasta tietoa tuotteen toiminnasta ennen varsinaista kehitysvaihetta. Tuotekehityksen jaksottamisella on selkeä vaikutus suunnitteluprosessissa tehtävien virheiden määrään. Toisin sanoen hyväksytään tuote sellaisena kuin se on seuraavaan ennalta määrättyyn tuotekehitysjankohtaan saakka. Kuvion 16 mallin on tarkoitus tehdä tuotekehitysprosessista määrätietoisempaa ja suunnitelmallisempaa.



KUVIO 16. Tuote roadmap (Martinsuo 2006).

Kuviossa 16 esitetään tuotteen edistyskellisyyttä ajan funktiona. Tuotetta kehitetään määrääjain systemaattisia menetelmiä apuna käyttäen, jolloin pyritään minimoimaan riskit riittäväällä pohjatyöllä ja tuotteen analysoinnilla. Tuotteelle tehdään kehitys strategia; miten ja milloin tuotetta kehitetään eteenpäin. Suurissa projektitoimituksissa on kuitenkin otettava huomioon kokonaisuus tuotekehitystä suunniteltaessa,

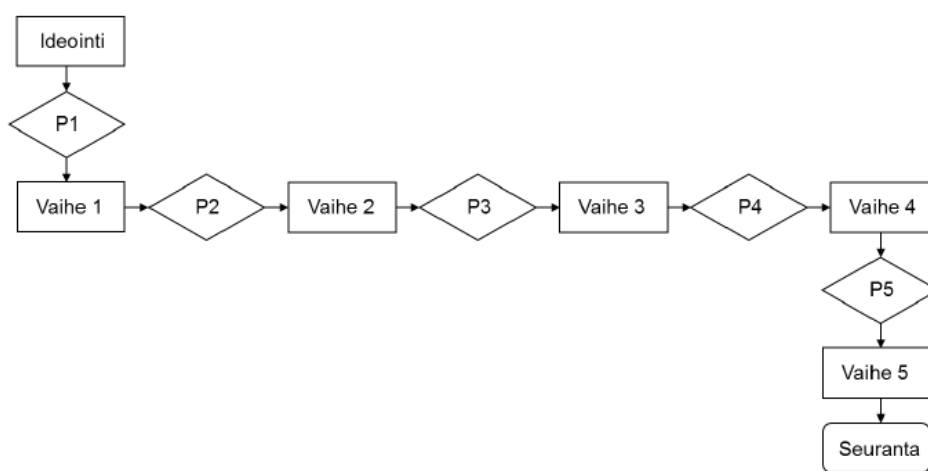
jolloin pyritään ennakoimaan tulevat "pullonkaulat" pois prosessista. Pyritään kehittämään ensisijaisesti sieltä mistä saadaan suurin hyöty kokonaisuutta ajatellen.

Raute Oy:llä on suurimmassa osassa linjoista selkeästi käytössä vakiotuotteet, joihin tämän kaltaista roadmap -ajattelua voidaan soveltaa tuotekehityksessä. Tämän tyyppistä jaksotettua tuotekehitysprosessia voidaan soveltaa hyvin myös esimerkiksi vanhoille tuotteille, joista ei ole vielä tehty 3D-malleja vaikka ne ovatkin "vakio" tuotteita. Tällöin yksi selkeä tuotekehitysprosessi voi olla juuri tuotteen siirtäminen 3D-maailmaan, jolloin samalla tehdään laajempi analysointi tuotteen toimivuudesta ja mahdollisista parannuksista. Tuotteista löytyy toki vielä sellaisiakin, jotka vaativat vielä työtä ennen kuin ne ovat sillä tasolla, että ne ovat selkeitä kokonaisuuksia. Projektiliiketoiminnassa tulee kuitenkin aina väkisin vastaan tilanteita, joissa joudutaan toimittamaan tuotteita, jotka ovat ainutlaatuisia ja ainutkertaisia. Tilanteita, joissa ei välttämättä kannata tehdä kovinkaan suuria uhrauksia tuotteen eteen ainulaatuisuudesta johtuen. Tämän kaltaisille ainutlaatuisille tuotteille ei myöskään ole kovin järkevää tehdä tuotekehitysstrategiaa.

Tuotekehityksen jaksottamista osaltaan korostaa myös tulevaisuuden muutospaineet, jolloin pyritään pienentämään nimikkeiden määrää ja panostetaan enemmän standardisointiin. Tällöin pyritään siirtymään enemmän töiden työn alle laittamiseen räätälöinnin sijaan, joka on perusedellytys suunnitelmalliselle ja jaksotetulle tuotekehitykselle.

5.4 Stage-Gate –tuotekehitysmalli

Stage-Gate -tuotekehitysmalli on vanha prosessi, jota kehiteltiin 1950–1960-luvuilla. Prosessi lanseerattiin 1970-luvulla professori Robert G. Cooperin johdosta uuden tuotteen kehittämisprosessina. Stage-Gate prosessi perustuu vuorotteleviin toimintoihin vaihe (Stage) ja portti (Gate). Uuden tuotteen kehittämisprosessin perusrakennetta esitetään kuviossa 17. Perusrakenteen toimintaperiaate on kuvattu yksityiskohtaisesti tässä kappaleessa, jonka avulla saadaan näkemystä kokonaiskuvasta ennen sovelletun mallin kuvaamista. Prosessin vaiheet tapahtuvat usein päällekkäin ja limittyvät verkostossa. (Berg ym. 2001, 18).



KUVIO 17. Stage- Gate – tuotekehitysmalli (Cooper 2004, 229).

Cooperin tuotekehitysmalli alkaa tuotekehitysideasta. Tuotekehitysideoiden generoimiseen yrityksen tulee kehittää systemaattinen järjestelmä, johon kuuluu idealähteiden tunnistaminen ja vastuutahon määrittäminen. Yrityksen idealähteet voivat olla sisäisiä tai ulkoisia. Ulkoisia tuotekehitysidealähteitä ovat perinteisesti asiakkaat, kilpailijat, alihankkijat ja tutkimuslaitokset. Sisäisiä idealähteitä on perinteisesti suunnittelun, kokoonpanon tai muun vastaavan toiminnan yhteydessä syntyvät ideat. Ideointivaiheen jälkeen portissa valitaan "jatkojalostukseen" sopiva idea.

Stage-Gate tuotekehitysmallin vaiheessa yksi tehdään alustavat markkina-, tekniset- ja taloudelliset arvioinnit. Markkina-arviointi tehdään kuitenkin olemassa olevaan

tietoon perustuen, jolloin ei tehdä varsinaista markkinatutkimusta. Tekninen arviointi sisältää tuotannolliset valmiudet, patenttiasiat ja tekniset riskit. Taloudellisissa arvioissa tulee arvioida tuotteen alustava hinta ja takaisinmaksu aika. Portissa kaksi tehdään päätös projektin jatkamisesta.

Vaiheessa kaksi tehdään tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat tutkimukset ennen varsinaista tuotekehitystä. Seuraavat tutkimukset ovat tärkeimpiä asiakkaiden tarpeiden määrittelyt, kilpailija-analyysit, markkina-analyysit ja teknisten edellytysten analysointi. Vaiheeseen kaksi kuuluu lisäksi tuotemäärittelyt, riskianalyysi ja tuotesuunnitelma. Vaiheen päätteeksi portissa kolme tehdään päätös varsinaisen tuotesuunnitelun aloittamisesta tai projektin hylkäämisestä.

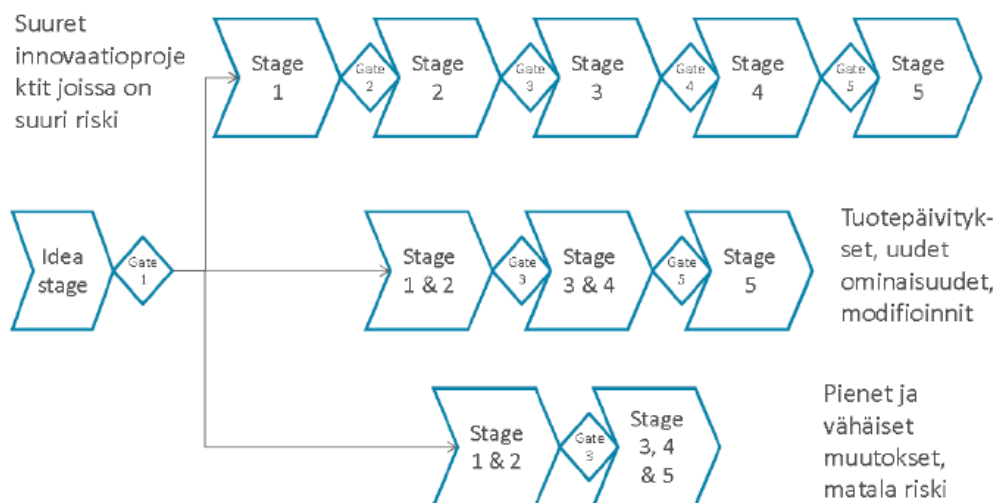
Vaiheessa kolme aloitetaan varsinainen tuotteen kehittäminen. Tässä vaiheessa tulee seurata ja varmentaa, että tuote täyttää asiakkaan vaatimukset ja ottaa huomioon tavoitteiden- ja ympäristön muutokset. Vaiheen kolme rinnalla tehdään markkina- ja kilpailija-analyysijä. Vaiheen kolme lopputuloksena tehdään prototyyppi tuotteesta, jota testataan tuotekehityksen erivaiheissa, vaikka varsinainen validointi tapahtuukin vasta vaiheessa neljä. Tuotteelle tehdään myös kattava testisuunnitelma. Vaiheen kolme jälkeen tehdään kehittämisen jälkikatselmus (Portti 4).

Vaiheessa neljä on tavoitteena validoida lopullinen tuote kaupallisen tuotteen, sen tuotannon ja markkinoiden määrittämiseksi. Vaiheen neljä tyypillisiä toimenpiteitä ovat käyttäjien suorittamat testaukset, laboratoriotestaukset, koetuotanto ja koe-markkinoinnit. Vaiheen neljä jälkeen suoritetaan esikaupallistaminen ja liiketoimintanalyysit (Portti 5).

Vaihe viisi on tuotteen varsinainen tuotannon aloittaminen ja markkinoille saattaminen. (Berg ym. 2001, 20.)

Edellä käsitelty Cooperin uuden tuotteen kehitysmalli on hyvin johdonmukainen ja ottaa huomioon kattavasti eri näkökulmat tuotekehityksessä. Monille yrityksille tämän kaltainen malli voi kuitenkin suoraan olla hyvin haastava toteuttaa ja esimerkiksi suurien yritysten voi olla vaikea saada malli toimimaan luotettavasti. Haasteita saat-

taa tulla toiminnan valvonnassa. Malli on myös kohtalaisen paljon aikaa ja resursseja vaativa. Tästä syystä seuraavaksi esitellään Cooperin mallin sovelluksia erilaisille tuotekehitysprojekteille, jotta tuotekehitykseen käytettävä aika ja resurssit saadaan järkevämpään mittasuhteeseen erilaisten tuotekehitysprojektien kanssa.



KUVIO 18. Vaihtoehtoiset mallit (Cooper 2004, 235.)

Stage-Gate mallista on tehty kolme erilaista versiota, joissa alkuperäisen mallin rakennetta on muokattu soveltumaan paremmin monimuotoisiin tuotekehitysprojekteihin. Tällä tavoin voidaan säästää huomattavasti aikaa ja resursseja. Alkuperäinen malli on jaettu suuriin innovaatioprojekteihin, tuotepäivityksiin ja pieniin ja vähäisiin muutoksiin, joilla on matala riski. Tällöin tuotekehitysprojektia käynnistettäessä arvioidaan ja analysoidaan miten paljon riskiä sisältyy kyseiseen projektiin, joka määrittelee tuotekehitysprojektin laajuuden, tarkkuuden ja ajankäytön. (Cooper 2004, 229–236).

5.5 Muistinvaraiset tehtävät

Tähän osioon on koottu yhteen muistinvaraisia tehtäviä, joita mekaniikkasuunnittelija kohtaa päivittäisessä työssään. Opinnäytetyön yksi päätehtävä oli muistinvaraisten tehtävien kerääminen eri mekaniikkasuunnittelun työvaiheista. Samalla pyritään löytämään yksinkertaisia keinoja niiden välttämiseen ja minimoimiseen. Muistinvaraisia tehtäviä ei saada koskaan poistettua kokonaan, mutta niiden minimoimiseen on syytä pyrkiä. Tällä tavoin on mahdollista vähentää sellaisien virheiden määrää, joihin on mahdollisuus vaikuttaa muuttamalla toimintatapoja tai menetelmiä. Pienilläkin parannuksilla voi olla suuri vaikutus kokonaisuuteen pitkällä aikavälillä. On kuitenkin muistettava, että mekaniikkasuunnittelijoilla on erilaisia työtehtäviä, jolloin muistinvaraisissa tehtävissäkin on paljon eroja. Tässä opinnäytetyössä on pyritty löytämään ne muistinvaraiset tehtävät, jotka kohdistuvat useimpiin mekaniikkasuunnittelijoihin Raute Oyj:llä. Seuraavaksi listataan kaikki muistinvaraiset tehtävät, jotka tulivat vastaan nykytilankuvausta tehdessä.

- Suunniteltavien tuotteiden liityntäpintojen huomioiminen
- Tiedonkulku
- Sopimuksen sisällön ymmärtäminen (muistetaan tarkistaa, että on pysytty sopimuksen kriteereissä)
- Riittävä kommunikointi muiden työntekijöiden kanssa
- Suorat palautteet tuotannosta ja maailmalta
- Vanhojen piirustusnumeroiden poistaminen tilanteen vaatiessa
- Työpiirustuksien tuottaminen (osittain muistinvaraista toimintaa)
- Tarvittavat julkaisut projekteista
- Muistiotekstien tekeminen
- Projektin seuranta suunnittelun jälkeen

Opinnäytetyössä käytettiin pohjana liitteenä yksi olevaa mekaniikkasuunnittelijan tehtävät asiakirjaa. Tämän asiakirjan tehtävistä suurin osa on muistinvaraisia tehtä-

viä. Näitä tehtäviä ei ole erikseen tähän osioon listattu vaan on pyritty löytämään luonteeltaan sellaiset muistinvaraiset tehtävät, joita ei ole valmiiksi mihinkään listattu.

Systemaattisten menetelmien soveltaminen muistinvaraisiin tehtäviin

Muistinvaraisiin tehtäviin voidaan soveltaa systemaattisia menetelmiä, kuten erilaisia lomakkeita. Lomakkeiden avulla voidaan varmistaa tehokkaasti tehtävien toteutuminen ja vähentää muistinvaraisia tehtäviä. Tämän kaltaisia menetelmiä käytettäessä tulee kuitenkin miettiä pitäisikö mekaniikkasuunnittelijan aina kuitata tehdyt asiat valmiiksi ja palauttaa lomakkeet esimerkiksi pääsuunnittelijalle. Tällä tavoin saadaan tehostettua lomakkeen toimivuutta. Toisaalta on muistettava että jokaisesta tehtävästä ei ole järkevää täyttää omaa lomaketta, jolloin kuormitetaan suunnitteluprosessia turhaan.

Toinen hyvä menetelmä muistinvaraisten tehtävien vähentämiseen on ohjelmistoihin lisättävät muistutukset. Esimerkiksi sähkömoottoreiden asennustietojen lisääminen muistioteksteihin on tällä hetkellä muistinvarainen tehtävä. Tällaisessa tilanteessa ohjelmisto voisi antaa käyttäjälle huomautuksen tyhjäksi jääneestä muistiokentästä. Näin ollen mekaniikkasuunnittelijan ei tarvitsisi huolehtia asian muistamisesta vaan asia varmistuisi automaattisesti. Samankaltaista menetelmää voitaisiin soveltaa muihinkin muistinvaraisiin tehtäviin.

Nämä edellä mainitut muistinvaraiset tehtävät tulisi ottaa huomioon etenkin silloin kun yritykseen suunnitellaan ohjelmistojen uudistamista. Tällöin on paras mahdollisuus vaikuttaa ohjelmistojen toimintaa ja joihinkin ongelmiin voi löytyä yksinkertainen ratkaisu ohjelmistotoimittajan puolelta. Esimerkiksi nykytilakuvauksessa käsitelty vanhojen kuvanumeroiden poistaminen projektikopiota otettaessa on tämän kaltaisen ongelma, johon tarvitaan ohjelmistokehittäjän tarjoamaa ratkaisua.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyö tehtiin Raute Oyj:lle ja opinnäytetyön aiheena oli suunnitteluprosessin kehittäminen projektiliiketoiminnassa. Opinnäytetyön tärkeimpiä kysymyksiä olivat: Miten suunnitteluprosessi etenee tällä hetkellä? Mistä suunnittelija lähtee liikkeelle? Mitkä ovat suunnittelijan muistinvaraiset tehtävät? Mitä parannettavaa suunnitteluprosessissa on?

Opinnäytetyön alkuosassa esitettiin mahdollisimman tarkka kuvaus nykytilasta. Alussa haasteeksi muodostuivat mekaniikkasuunnittelijoiden vaihtelevat työtehtävät ja työskentelytavat. Edellä mainituista johtuen tarkan kuvauksen tekeminen hankaloitui ja pakotti esittämään jotkin asiat yleisellä tasolla ja kokemusperäisesti. Tällä nähtiin olevan vaikutusta opinnäytetyön luotettavuuteen. Voidaan kuitenkin todeta opinnäytetyön nykytilan kuvauksen olevan tarkka ja täyttävän asetetut tavoitteet.

Nykytilan kuvausta tehdessä esiin nousi kolme keskeistä kehittämisen kohdetta; nimikkeiden hallinta, tuotekehitys ja muistinvaraiset tehtävät. Opinnäytetyössä nimikkeiden hallintaan esitettiin yhdistettyä järjestelmää, jonka hallinnointi muun muassa nimikkeiden määrän ja nimikkeiden keskittämisen myötä helpottuisi. Tavoitteena oli saada luotua vanhan ohjelmiston tilalle yhtenäisempi ja selkeämpi kokonaisuus. Nimikkeiden hallinta soveltuu hyvin jatkokehittämis ehdotukseksi, koska toiminnanohjausjärjestelmän linkittäminen windchill –järjestelmään vaati tarkkaa suunnittelua ja analysointia. Opinnäytetyössä esitetty Cooperin –malli antoi hyvän vaihtoehdon tuotekehityksen jaksottamiseen, jonka avulla estettiin jatkuvaa tuotekehitystä. Cooperin –mallia hyödyntämällä vältettiin niin sanottua edestakaista liikettä tuotekehityksessä, jolloin minimoidaan kokeiluluonteinen projektisuunnittelu. Mallin avulla saavutettiin myös tehokkaampaa työskentelyä ja johdonmukaisempaa analysointia.

Opinnäytetyön lähtökohtana oli käyttää suunnitteluprosessin kehittämisessä systemaattisia menetelmiä. Tämän menetelmän käyttö osoittautui haastavaksi, sillä muistinvaraiset tehtävät olivat luonteeltaan muuttuvia, työntekijäriippuvaisia ja joiden

järjestelmällinen luokittelu ei onnistunut suunnitelmallisesti. Systemaattisten menetelmien käyttö sen sijaan onnistui hyvin tuotekehityksen kehittämiseen, sillä tuotekehitys noudattaa järjestelmällistä, suunnitelmallista ja tarkkaa polkua.

Opinnäytetyön ajankohtaisuutta ja tarpeellisuutta tukivat etenkin yrityksen tämän hetkinen tilanne ja voimakkaan tuotteistamisen tarve. Voidaan todeta, että kehittämiskohteiden toteutuminen vaatii pidempää tarkasteluaikaa ja useamman vuoden seuranta, jolloin saadaan tietoa opinnäytetyön kehittämiskohteiden onnistumisesta. Jatkokehitysehdotelmana on opinnäytetyön kehittämiskohteiden toteutumisen analysointi ja raportointi tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Artto, K., Martinsuo, M., Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. 2. P., uud. p. Helsinki: WSOY

Briner, R., Reynolds, S. 1999. The costs, benefits and limitations of organizational level stress interventions. Journal of Organizational Behavior 6, 47-64.

Ajmal, M., Helo, P., Kekäle, T. 2010. Critical factors for knowledge management in project business. Journal of Knowledge Management 1, 156-165.

Tietoa-rautesta. N.d. Artikkelin Raute Oy:n verkkosivuilta. Viitattu 23.5.2014. <http://www.raute.fi/fi/tietoa-rautesta>, wood technology.

Rauten historia. 2008. N.d. Rauten sisäinen materiaali. Viitattu 4.10.2014.

Rauten yksiköt maailmalla. 2014. N.d. Artikkelin Raute Oy:n verkkosivuilta. Viitattu 24.5.2014. <http://www.raute.fi/fi/rauten-yksikot-maailmalla>

Metalliteollisuus sotien jälkeen. N.d. Artikkelin Lahden museot verkkosivuilta. Viitattu 26.5.2014. <http://www.lahdenmuseot.fi/kuka-mita-lahti/lahden-historia/teollisuuskaukipunkki/metalliteollisuus-sotien-jaelkeen/>

Syrjälä, K. 2012. Future digital manufacturing technologies and systems. Viitattu 1.7.2014. <http://www.fimecc.com/content/manu-future-digital-manufacturing-technologies-and-systems>

Paukku, H. 2013. Product Knowledge Management in Global Networks. Rauten sisäinen materiaali. Viitattu 4.10.2014.

Windchill PLM (Product Lifecycle Management) ratkaisu yrityksen tuote- ja huoltotiedon hallintaa. N.d. Artikkelin Econocap Oy:n verkkosivuilta. Viitattu 1.7.2014. <http://www.econocap.com/tuotteet/windchill>

Heinonen, A. 2014. FIN Windchill Guideline. Rauten sisäinen materiaali. Viitattu 28.7.2014.

Hietikko, E. 2008. Tuotekehitystoiminta. Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä. Kuopio: Kopijyvä.

Berg, P., Leivo, V., Pihlajamaa, J., Leinonen, M. 2001. Tuotekehitystoiminnan laadun ja kypsyysarvioinnin arviointi. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy

Martinsuo, M. 2006. Tuotekehitysprojektin suunnittelu ja toteutus strategisesta näkökulmasta. TKK Teollisuustalouden laboratorio. TKK:n järjestämä koulutus 11.10.2006. Viitattu 29.9.2014.

Cooper, R. 2004. Product leadership. United States Of America: Basic Books.

Kuisma, J. Negru-Vode, A. 2014. Prom käsikirja. Rauten sisäinen materiaali.

LIITTEET

Liite 1. Suunnittelun todentaminen

SUUNNITTELUN TODENTAMINEN - Suunnittelijan (mek.suunn.) tehtävät

1 (1)

Koneen nimi:		Työnr.:	
Suunnittelija:		Linjan pääsuunnittelija:	
Työ alkaa:		Työhön varatut tunnit:	
Työ alkoi:		Työhön käytetyt tunnit:	
Ohjeen No. xx	Merkki: OK + Huom -	Suunnittelijan (mek.suunn.) tehtävät ohje 09.03.2006	
		Huomautus	
+			
1		Suunnittelee laitteen; piirustukset ja osaluettelot, varmistaen, että käytössä on tarvittavat tekniset dokumentit, toimitusprojektin mallit (tekn. erittelyt ja piirustukset) sekä linjapiirustuksen viimeinen versio, joista ei poiketa pääsuunnittelijan kanssa sopimatta	
2		Selvittää onko positio omassa valmistuksessa vai alihankinnassa	
3		Hydrauliikka- ja paineilmaputkistojen reititys, sähkö- ja paineilmakeappien tilanvarauksen merkintä piirustuksiin	
4		Laitekohtaiset turvalaitteet sekä kiello-, varoitus- ja opastuskilvet	
5		Tuotteen kulkusuuntamuoli	
6		Liitäntätiedot laitteen kokoonpanopiirustukseen; paineilma, vesi, imuilma, ...	
7		Huomioi projektissa käytettävän komponenttistandardin	
8		Varmistaa komponenttien asiapaperitarpeen, määrän ja kielen	
9		Huomioi projektissa käytettävät jännitteet	
10		Huomioi projektissa käytettävän maalausohjeen (asiakkaan sävyt, turvavärit...)	
11		Huomioi projektissa käytettävän kuljetustavan ja sitä vastaavat pakkauskoot	
12		Huomioi projektissa käytettävän kielen + lisäksi piirustus- ja osaluettelotekstit aina englanniksi! (ks. myös otsikkotaulun täyttöohje)	
13		Huomioi mahdollisen alihankintavalmistuksen tarpeet (työstögeometriat, nippelitavara osaluetteloihin...)	
14		Laatii työstögeometriat (poltomallit, myös laserin, valm. suunn. konsultoi tarvittaessa)	
15		Tarkistaa sahausmerkin	
16		Esittää kokoonpanoissa liittymät viereisiin positioihin / (huom.: mitoitus siten, että on mitattavissa, ei pelkkiä "keskilinjoja") sekä vastaa, että tuote kulkee ongelmitta seuraavalle positiolle	
17		Esittää positiokohtaiset nopeudet (min ja max) ja kuormat kokoonpanoissa	
18		Suunnittelee anturoinnin yhteistyössä mek. pääsuunn. ja autom. pääsuunn. kanssa	
19		Laatii voitelukaavion ja tekee tai toimittaa tiedot koneasiapapereiden tekoa varten asiapapereiden tekijälle tai pääsuunnittelijalle	
20		Laatii konekilven tiedot pääkokoonpano- ja erillisen piirustuksen konekilvelle	
21		Ylläpitää projektin piirustuksia, osaluetteloita ja ohjeita pääsuunnittelijan ohjaamana	
22		Merkitsee vara- ja kuluvat osat osaluetteloon ("täpitys")	
23		Huolehtii, että piirustuksia cad-formaateissa (dxf, dwg jne.) ei lähetetä Rauten ulkopuolelle; vain pdf-formaatti on sallittu sähköisessä muodossa	
24		Arvioi mahdolliset muutokset tuntimäärissä (jäljellä olevan työn määrä) ja ajoituksessa sekä raportoi kirjallisesti sähköpostilla muutoksista pääsuunnittelijalle	
25		Suunnittelun todentaminen - Suunnittelijan (mek.suunn.) tehtävät, käytetään	

		kaavaketta. Talletus p:\xxxx\ Toimdok\Suunnittelun todentaminen.doc	
26		Merkittäessä pääkokoontamopiinustukseen nostokohdet ja tarvittaessa massakeskiön, jos se ei sijaitse laitteen keskellä ja vaarana on heilahdusliike nostovaiheessa	

*) tai vaihtoehtoisesti rajapintojen esitys linjapiirustukseen liittyvällä omalla arkillaan, jolloin kaikki rajapinnat löytyy keskitetysti ja positioiden modulaarisuus toteutuu paremmin